ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
TECHNOSPHERE SAFETY





УДК 581.9
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2024-8-2-17-25

Научная статья



EDN: SNXQGS

Оценка аллергенного потенциала древесной урбанофлоры города Ростова-на-Дону

М.М. Середа
Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону,
Российская Федерация
✉ seredam@yandex.ru

Аннотация

Введение. Пыльца растений вызывает у человека разнообразные аллергические реакции, в том числе респираторные заболевания, нарушения иммунной системы, бронхит, конъюнктивит, дерматит, сенную лихорадку. Ими страдает до 30 % населения мира. В крупных городах мощными источниками аллергенной пыльцы являются деревья и кустарники, используемые в зеленом строительстве. Тем не менее, озеленение большинства городов в мире проводится без учета аллергенности применяемых культур. С развитием протеомики появилась возможность детально оценить степень аллергенности различных белков, входящих в состав пыльцы. На этих сведениях сформированы шкалы потенциальной аллергенности древесных растений. Целью данного исследования явилась оценка аллергенного потенциала древесных растений урбанофлоры города Ростова-на-Дону.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили деревья и кустарники, используемые в озеленении донской столицы. Анализ флористических данных основан на материалах, полученных в ходе полевых работ в 2023 году на территории города. Также автором использовались списки дедрофлоры города, составленные в период с 2007 по 2022 год. Оценка потенциальной аллергенности видов древесных растений проводилась по пятибалльной шкале, где 0 — растения, не представляющие аллергенной опасности; 1 — низкий класс аллергенности; 2 — средний класс; 3 — высокий класс; 4 — очень высокий класс аллергенности.

Результаты исследования. В составе флоры древесных растений Ростова-на-Дону выявлен 61 вид растений, представляющих разные уровни аллергенной опасности для здоровья человека. Доля исследуемых видов составляет 30 % от общего числа древесной урбанофлоры города. Самыми мощными источниками аллергенной пыльцы являются девять видов (*Fraxinus Excelsior*, *Betula Pendula, B. Verrucosa*, *Platycladus Orientalis* и др.), они представляют наибольшую угрозу возникновения поллинозов и других аллергических реакций. Как правило, это ветроопыляемые растения, продуцирующие максимальное количество пыльцы. Среди потенциально аллергенных видов отмечается значительное количество адвентивных видов (24 вида), что затрудняет контроль над их распространением. Проведен таксономический анализ потенциально аллергенных видов растений на уровне порядков, для которых выявлены специфические реакции белков и разработаны детальные подходы к профилактике и лечению поллинозов. Порядки Pinales и Fagales формируют основную массу аллергенной пыльцы в зимне-весенний период.

Обсуждение и заключение. Исследования аллергенной активности древесной урбанофлоры на юге России проведены впервые. Оценка ее аллергенного потенциала позволила определить степень угрозы возникновения аллергических реакций у людей. Наибольшую опасность представляют одновременно аллергенные и инвазионные виды, способные к активному распространению и увеличению своей численности. Мощными источниками аллергенной пыльцы оказались представители порядков Pinales и Fagales. Они же, как правило, обладают высокими декоративными качествами и играют ведущую роль в дизайнерских проектах. В ряде случаев эти культуры можно замещать менее аллергенными, например, представителями порядка Rosales.

Ключевые слова: пыльца древесных растений, аллергия на пыльцу растений, урбанофлора, флора города Ростова-на-Дону, адвентивные виды

Благодарности. Автор благодарит редакционную команду журнала и рецензента за компетентную экспертизу и ценные рекомендации по улучшению содержания статьи.

Для цитирования. Середа М.М. Оценка аллергенного потенциала древесной урбанофлоры города Ростова-на-Дону. *Безопасность техногенных и природных систем.* 2024;8(2):17–25. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2024-8-2-17-25

Research Article

Assessment of the Allergenic Potential of Urban Woody Flora of Rostov-on-Don

Mikhail M. Sereda

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ seredam@yandex.ru

Abstract

Introduction. Plant pollen causes various allergic reactions in humans, including respiratory diseases, immune system disorders, bronchitis, conjunctivitis, dermatitis, and hay fever. These diseases affect up to 30% of the world's population. In large cities, trees and shrubs used in landscaping are significant sources of allergenic dust. Despite this, the greening of cities worldwide often occurs without considering the allergenic properties of plants. With the development of proteomics, it has become possible to assess the degree of allergenicity of proteins that make up plant pollen in detail. Based on this information, a scale of potential allergenicity for woody plants has been developed. The aim of this study is to assess the allergenic potential of woody plants in the urban flora of Rostov-on-Don.

Materials and Methods. The object of the study was trees and shrubs used in the landscaping of Rostov-on-Don. The analysis of floristic data was based on the materials obtained during field work in 2023 on the territory of Rostov-on-Don. The author also used the lists of the city's dendroflora compiled between 2007 and 2022. The assessment of the potential allergenicity of woody plant species was conducted on a five-point scale, with 0 indicating plants that did not pose an allergic hazard, 1 indicating a low allergenicity level, 2 indicating a medium class, 3 indicating a high level, and 4 indicating a very high level of allergenicity.

Results. In the flora of woody plants in Rostov-on-Don, 61 species of potentially allergenic plants were identified, posing varying levels of danger to human health. The share of all types of potentially allergenic woody plants was 30% of the total number of urban woody flora species in the city. The most powerful sources of allergenic pollen included nine species (*Fraxinus Excelsior, Betula Pendula, B. Verrucosa, Platycladus Orientalis,* etc.), which posed the greatest threat of hay fever and other allergic reactions. As a rule, these were typically wind-pollinated plants that produced maximum amounts of pollen. The list of potentially allergenic species included a significant number of adventitious species (24 species), which made it difficult to control their spread. A taxonomic analysis of potentially allergenic species was carried out at the order level, for which specific protein reactions were identified and detailed approaches to the prevention and treatment of hay fever were developed. The orders Pinales and Fagales form the bulk of allergenic pollen in the winter-spring period.

Discussion and Conclusion. For the first time, studies were conducted on the allergenic activity of urban woody flora in the southern regions of Russia. An assessment of their allergenic potential allowed us to determine the level of threat of allergic reactions in humans. The greatest danger comes from both allergenic and invasive species that can spread actively and increase in numbers. Representatives of the Pinales and Fagales orders have proven to be significant sources of allergenic pollen, as they often have high ornamental qualities and play a prominent role in design projects. In some cases, it may be possible to replace these cultures with less allergenic alternatives, such as representatives of the Rosales order, to reduce the risk of allergic reactions.

Keywords: pollen of woody plants, allergies to pollen, urban flora, flora of Rostov-on-Don, adventive species

Acknowledgements. The author would like to thank the Editorial board of the journal and the reviewer for their competent expertise and valuable recommendations that improved the quality of the article.

For Citation. Sereda MM. Assessment of the Allergenic Potential of Urban Woody Flora of Rostov-on-Don. *Safety of Technogenic and Natural Systems.* 2024;8(2):17–25. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2024-8-2-17-25

Введение. Респираторные заболевания, связанные с атмосферной пыльцой растений, в настоящее время представляют собой глобальную проблему для общественного здравоохранения, поскольку ими страдает около 30 % населения мира [1]. В России аллергическим ринитом, как самым распространенным аллергическим заболеванием, страдает от 11 до 24 % населения в зависимости от региона [2, 3]. Аллергические реакции могут затрагивать иммунную систему человека, нарушать ее работу [4]. Также пыльцевая аллергия способна

вызывать ряд других заболеваний (бронхит, конъюнктивит, дерматит, сенная лихорадка), а длительное воздействие ее высоких концентраций может привести к хроническому бронхиту и бронхиальной астме [5].

Довольно часто пыльцевую аллергию связывают только с цветением амброзии (*Ambrosia sp.*) и некоторых видов злаковых растений (овес, пшеница, кукуруза), однако источников аллергенной пыльцы гораздо больше. К этому списку необходимо добавить культивируемые растения (сахарная свекла, клевер, щавель, подсолнечник), сорняки (одуванчик, подорожник, крапива, полынь, лебеда) и различные виды древесных растений. Пыльца с содержанием простых алкалоидов, аминов, сапонинов, эфирных масел чаще всего вызывает различные поллинозы [6]. Среди ученых существуют разногласия относительно аллергенности пыльцы хвойных растений, таких как кипарисовые, тисовые и сосновые. Одни авторы [7] придерживаются мнения о том, что пыльца хвойных растений обладает наименее выраженными аллергенными свойствами, другие специалисты [8] отмечают у хвойных пород очень высокую аллергенную активность. Очевидно, что ландшафт и характер растительности будут играть решающую роль в наборе аллергенных факторов. Несомненно то, что в условиях крупных городов аллергенная обстановка будет формироваться в основном за счет древесных растений.

Исследования городской растительности как источника аллергенов пока немногочисленны [9, 10]. В некоторых странах мира действуют аэробиологические станции, на которых собирают данные о содержании аллергенов в атмосфере. Это позволяет системно подходить к изучению проблемы выявления аллергенных видов и определению уровня их опасности.

Одной из первых инициатив в области определения аллергенности видов садовых растений является исследование T. Ogren [11], который разработал шкалу аллергенности растений (OPALs) — систему для измерения способности растения вызывать аллергические реакции у людей. K. Hruska [12] установила фитоаллергенный потенциал различных видов растений, присутствующих в городских экосистемах Италии, на основе их биологических и фенологических характеристик. Более поздними являются проекты [8, 13] со списками характеристик и признаков аллергенности 100 наиболее используемых видов городского озеленения, они составлялись с целью выявления проблем аллергенности у населения. На основе вышеупомянутых работ, а также с привлечением молекулярных исследований белковых соединений в составе пыльцы [14] был разработан список из 150 часто встречающихся деревьев и кустарников средиземноморских городов с оценкой их потенциальной аллергенности по шкале от 0 до 4 (VPA).

С развитием молекулярной биологии, в частности протеомики, удалось приблизиться к молекулярным механизмам возникновения аллергических реакций человека на пыльцевые частицы [15]. Установлено, что наиболее мощными источниками аллергенов являются представители порядков Fagales, Lamiales, Proteales и Pinales. Цель представленного сегодня исследования — дать характеристику аллергенности древесных растений, составляющих урбанофлору Ростова-на-Дону.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили деревья и кустарники, находящиеся в устойчивой и преемственной культуре городского озеленения. Анализ флористических данных основан на материалах, полученных в ходе полевых работ в 2023 году на территории города. Также в ходе оценки урбанофлоры были использованы работы Огородниковой Т.К., Похилько Л.О., Федориновой О.И [16], Козловского Б.Л., Куропятникова М.В. [17], Березина В.В. [18]. Инвазионность видов растений определялась в соответствии с данными, собранными Виноградовой Ю.К., Майоровым С.Р., Хорун Л.В. [19]. Оценка потенциальной аллергенности видов древесных растений проводилась по шкале [14], где 0 — растения не представляют аллергенной опасности; 1 — низкий класс аллергенности; 2 — средний класс; 3 — высокий класс; 4 — очень высокий класс аллергенности.

Ростов-на-Дону находится в зоне умеренно континентального климата с мягкой зимой и жарким, сухим летом. Средняя температура воздуха, по данным многолетних наблюдений, составляет +11,0 °С. Самый холодный месяц — январь (со средней температурой –2,0 °С), самый теплый месяц — июль (со средней температурой +23,4 °С). Среднегодовая сумма осадков в Ростове-на-Дону составляет 618 мм. Зональным типом растительности, окружающей городской ландшафт, являются степи [20].

Результаты исследования. В составе флоры древесных растений Ростова-на-Дону выявлен 61 вид потенциально аллергенных растений, представляющих разные уровни опасности для здоровья человека. По данным [17], так называемый реальный ассортимент древесных растений города насчитывает 200 видов голосеменных и покрытосеменных растений, относящихся к 97 родам из 43 семейств. Учитывались виды, находящиеся в устойчивой и преемственной культуре городского озеленения. Таким образом, доля всех видов потенциально аллергенных древесных растений (VPA-виды) составляет 30 % от всей древесной урбанофлоры (таблица 1).

Таблица 1

Потенциально аллергенные виды древесных растений в урбанофлоре города Ростова-на-Дону

Род (вид)	Кол-во видов в роде	Адвентивные	Инвазионные	VPA	Порядок
Acer (кроме *A. Negundo*)	4	2		2	Sapindales
Acer Negundo		Северная Америка	Transformers	2+	Sapindales
Aesculus Hippocastanum		Центральная Европа		1	Sapindales
Ailanthus Altissima		Азия	Transformers	3	Sapindales
Betula	2			4	Fagales
Campsis Radicans		Северная Америка		1	Lamiales
Catalpa Bignonioides		Северная Америка		1	Lamiales
Cercis Siliquastrum		Азия		1	Fabales
Corylus Avellana				4	Fagales
Cotoneaster	3			1	Rosales
Crataegus (кроме *C. Monogyna*)	4			1	Rosales
Crataegus Monogyna			Invasive plants		Rosales
Elaeagnus Angustifolia			Naturalized plants	1	Rosales
Fraxinus Excelsior				4	Lamiales
Ginkgo Biloba		Китай		3	*Ginkgoales*
Gleditsia Triacanthos		Северная Америка		1	Fabales
Hibiscus Syriacus		Азия		1	Malvales
Juglans Nigra		Северная Америка		3	Fagales
Juniperus	2	1		4	Pinales
Ligustrum Vulgare				2	Pinales
Malus Domestica				1	Rosales
Morus Alba		Азия		3	Rosales
Morus Nigra		Азия		4	Rosales
Paulownia Tomentosa		Китай		1	Lamiales
Picea Pungens		Северная Америка		1	Pinales
Pinus Sylvestris				2	Pinales
Platanus x Acerifolia		Азия		3	Proteales
Platycladus Orientalis		Китай		4	Pinales
Populus Alba			Transformers	3	Malpighiales
Populus Deltoides				1	Malpighiales
Prunus	2			1	Rosales
Pseudotsuga Menziesii		Северная Америка		1	Pinales
Pyrus Comminis				1	Rosales
Quercus Robur				2	Fagales
Rhus Typhina		Африка		1	Sapindales
Robinia Pseudoacacia		Северная Америка		1	Fabales
Rosa Canina				1	Rosales
Salix Alba				3	Malpighiales
Sambucus Nigra				1	Dipsacales
Sophora Japonica		Азия		1	Fabales
Sorbus Aucuparia				1	Rosales
Spiraea x Vanhouttei				1	Rosales
Tamarix Tetrandra				2	Caryophyllales
Thuja Occidentalis		Северная Америка		4	Pinales
Tilia Cordata				2	Malvales
Ulmus	3			3	Rosales
Viburnum Lantana				1	Dipsacales

Необходимо отметить, что перечень VPA-видов довольно неоднороден по значению аллергенности (рис. 1).

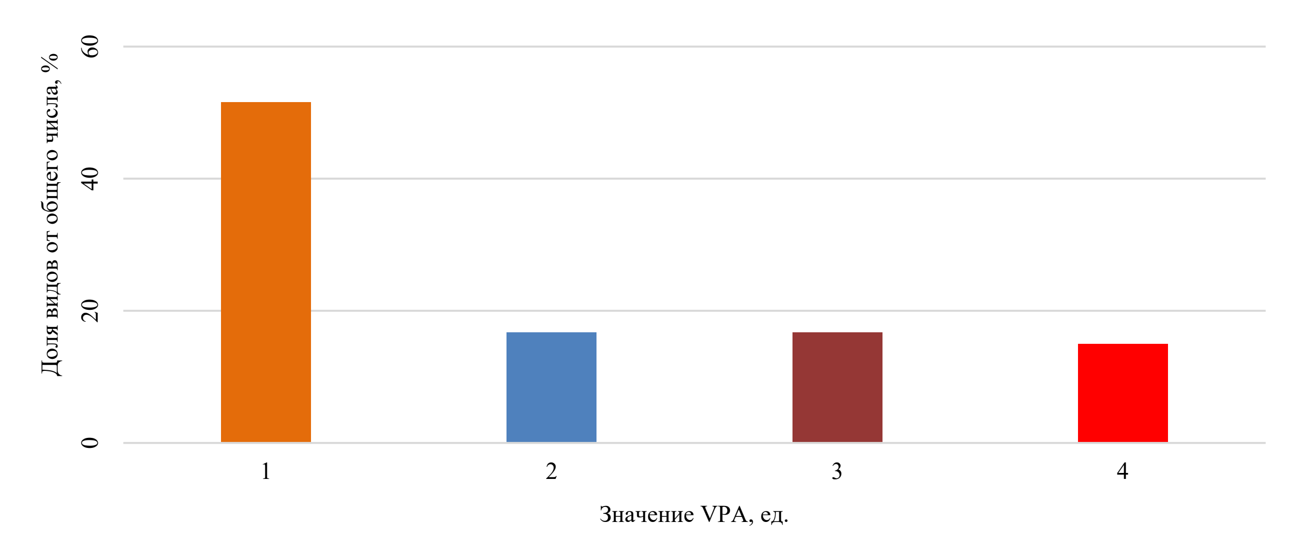


Рис. 1. Распределение VPA-видов древесной урбанофлоры Ростова-на-Дону по уровням аллергенности

Наиболее многочисленной оказалась группа № 1, в ней 31 вид, что составляет 51,6 % от общего числа VPA-видов. Они несут минимальную угрозу возникновения аллергических реакций. Тем не менее, в эту группу входят достаточно распространенные в городе породы, такие как каштан конский (*Aesculus Hippocastanum*), катальпа бигнониевидная (*Catalpa Bignonioides*), гледичия трехколючковая (*Gleditsia Triacanthos*), робиния ложноакациевая (*Robinia Pseudoacacia*) и др. Данные виды являются энтомофильными и продуцируют значительно меньше пыльцы, чем ветроопыляемые растения. У некоторых видов этой группы аллергенную активность проявляет только пыльца, другие части растения могут обладать обратным эффектом. По данным авторов [21], экстракты плодов гледичии трехколючковой проявляют ярко выраженные противоаллергенные свойства.

Ко второму классу аллергенности было отнесено 10 видов (16,7 %). В частности, это клен (*Acer)*, липа (*Tilia Cordata*), сосна обыкновенная (*Pinus Sylvestris*) и др. По характеру опыления — это смешанные виды, т.е. для переноса пыльцы используются насекомые, но для их привлечения небольшие порции пыльцы попадают в воздух анемофильным способом [14].

К третьей категории относится также 10 видов (16,7 %), которые отличаются высокой степенью аллергенности. Среди них вяз (*Ulmus*), шелковица (*Morus Alba*), тополь белый (*Populus Alba*), айлант (*Ailanthus Altissima*) и др. При определении аллергенности айланта специалистам не удалось прийти к единому мнению, поскольку до сих пор не выяснена стратегия его опыления, а именно опыляется ли он амфифильно или анемофильно. В последнем случае есть все основания отнести его в третью категорию VPA-видов.

К четвертой категории принадлежат 9 видов (15 %), представляющих наибольшую потенциальную угрозу возникновения поллинозов и других аллергических реакций. Среди них хорошо известны и распространены ясень высочайший (*Fraxinus Excelsior*), береза (*Betula Pendula, B. Verrucosa*), плосковеточник (*Platycladus Orientalis*), т.е. типично ветроопыляемые растения, следовательно, продуцирующие максимальные количества пыльцы.

Анализ выявленных потенциально аллергенных видов показывает довольно высокий процент адвентивных (чужеродных для местных сообществ) видов. Очевидно, что пыльца таких растений вызывает более острые и менее предсказуемые реакции организма человека, и происходит это как минимум по двум причинам. Во-первых, это отсутствие иммунных механизмов борьбы с новыми белками в пыльце чужеродных растений [15], во-вторых, некоторые адвентивные виды агрессивно захватывают новые места обитания, что ведет к резкому повышению их численности и, следовательно, к увеличению пыльцевой массы в атмосфере. Таким образом, доля адвентивных видов в списке VPA-видов может нести дополнительную информацию о потенциальной аллергенной опасности урбанофлоры (таблица 1). В урбанофлоре Ростова-на-Дону обнаружено 24 адвентивных потенциально аллергенных видов, что составляет 12 % от их общего числа. Почти половина из этих видов (45,8 %) — выходцы из Северной Америки, остальные имеют азиатское или африканское происхождение. Кроме того, в число аллергенных входит пять инвазионных видов с разными инвазионными статусами. Эти виды могут внедряться в естественные ценозы и преобразовывать природные экосистемы. Необходимо контролировать распространение указанных культур путем мониторинговых исследований урбанофлоры.

Таксономический анализ VPA-видов показал распределение потенциально аллергенных видов в порядках, для которых выявлены специфические реакции белков и разработаны детальные подходы к профилактике и лечению поллинозов (рис. 2).

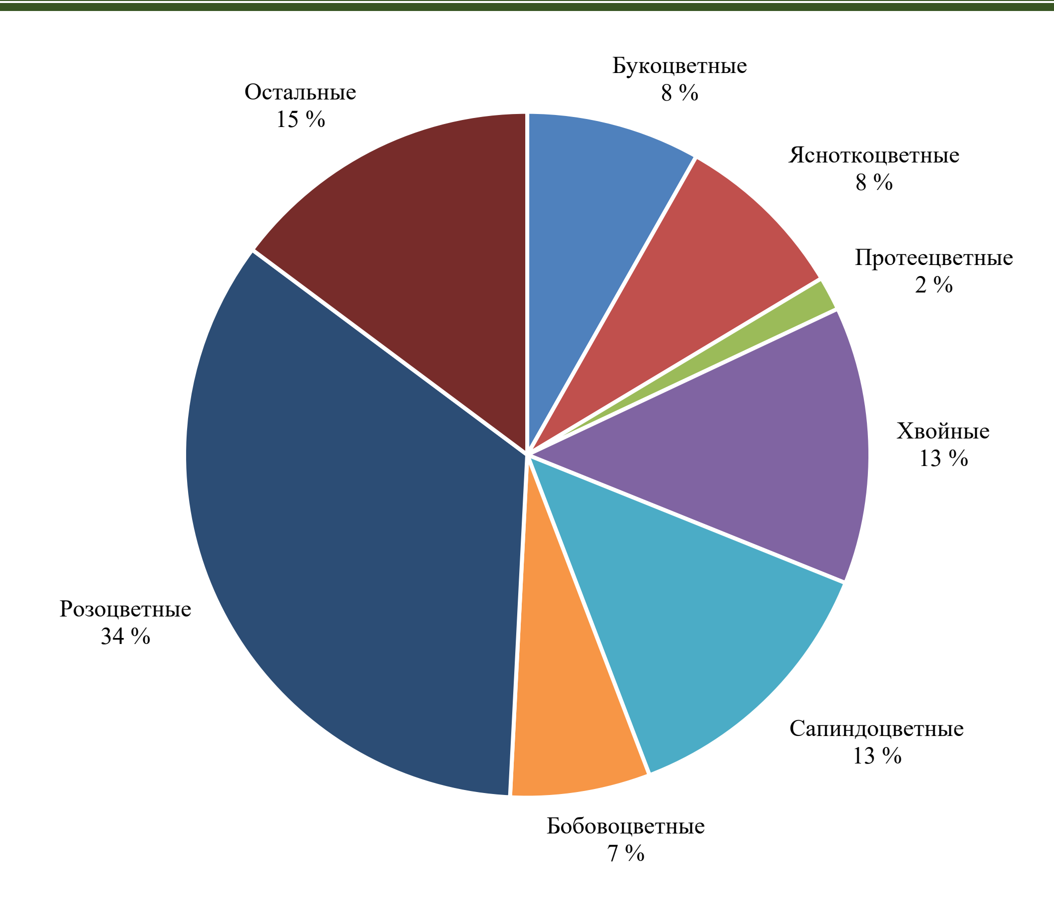


Рис. 2. Распределение VPA-видов древесной урбанофлоры Ростова-на-Дону в таксонах на уровне порядков

В спектре порядков лидируют Pinales (13,1 %) и Sapindales (13,1 %). В порядок Pinales входят широко распространенные в зеленом строительстве можжевельники (*Juniperus Virginiana*, *J. Sabina*), которые по VPA-шкале относятся к классу с очень высоким содержанием аллергенов. По данным [22], в пыльце можжевельников обнаружены аллергены Cry j 1 и Cup a 1, которые принадлежат к семейству белков пектатлиазы и демонстрируют высокие уровни перекрестной реактивности. Аллергены пектатлиазы идентифицированы как мажорные аллергены не только в пыльце деревьев Cupressaceae, но и в сорняках Asteraceae, что сближает их с этой точки зрения с амброзией.

Второе место по числу видов разделяют порядки Lamiales (8,2 %) и Fagales (8,2 %). Пыльца деревьев Fagales является основной причиной зимне-весеннего поллиноза в умеренной климатической зоне Северного полушария [23]. Порядок включает в себя семейства Betulaceae, Juglandaceae, Fagaceae, которые чаще всего и вызывают аллергию. Недавнее исследование выявило сходство белков в пыльце березы с белками семейства липокалина, к которым принадлежит большинство аллергенов животного происхождения.

В порядке Lamiales только семейство Oleaceae включает в себя виды с аллергенной активностью. Так, ясень высокий (*Fraxinus Excelsior*) — довольно мощный источник аллергенов. Пыльцевая продуктивность его может достигать такого же уровня, как и у березы, при этом сезоны цветения обоих деревьев значительно перекрываются. Сирень (*Syringa Vulgaris*) и бирючина обыкновенная (*Ligustrum Vulgare*) — два представителя семейства Oleaceae, которые вызывают аллергию и астму. Оба растения широко внедрены в культуру зеленых насаждений Ростова-на-Дону. Интересно, что бирючина — это дерево, опыляемое насекомыми, таким образом, концентрации ее пыльцы в окружающей среде обычно очень низкие, тем не менее есть свидетельства того, что бирючина может действовать как сенсибилизатор при аллергии на все Lamiales [24].

Порядок Proteales включает в себя всего один вид — платан кленолистный (*Platanus x Acerifolia*). Платан является распространенной культурой в южных городах, в том числе и в Ростове-на-Дону. Порода обладает высокой пыльцевой продуктивностью. Например, в Испании в сезон цветения высвобождаемая пыльца может достигать уровня в 14 % от общего количества пыльцы [25, 26].

Порядок Rosales включает в себя 21 вид (34,4 %) древесных потенциально аллергенных растений из семейств Rosaceae, Moraceae, Ulmaceae и др. В этом ряду наиболее мощными источниками аллергенов являются представители Moraceae и Ulmaceae, причем это растения либо со смешанным типом опыления, такие как тутовые, или исключительно анемофильные — вязовые.

В остальных порядках, доля которых составляет 14,8 %, внимание заслуживают только Malpighiales, к которым относятся тополь (*Populus*) и ива (*Salix*). Эти культуры обладают умеренной аллергенной активностью.

Обсуждение и заключение. Проведенная оценка аллергенного потенциала древесных растений урбанофлоры Ростова-на-Дону позволила установить степень угрозы возникновения аллергических явлений у горожан. Определение уровня аллергенной активности каждого вида древесной урбанофлоры открывает новые возможности для дальнейшего проектирования объектов озеленения, оказывающих минимальную нагрузку на органы дыхания и иммунную систему человека. Наибольшую опасность представляют одновременно аллергенные и инвазионные виды, способные к активному распространению и увеличению своей численности. Использование таких видов в ландшафтном дизайне города, а также внедрение новых подобных культур в ассортимент озеленения должны находиться под контролем дендрологов. Наиболее мощными источниками аллергенной пыльцы оказались представители порядков Pinales и Fagales. Они же, как правило, обладают высокими декоративными качествами и играют ведущую роль в дизайнерских проектах. В ряде случаев эти культуры можно заменять менее аллергенными, например, представителями порядка Rosales.

В перспективе необходимо разработать четкие рекомендации для озеленителей города по ограничению распространения аллергенных древесных культур.

Исследование аллергенной активности древесной урбанофлоры для городов юга России проводились впервые. Дальнейшие исследования будут связаны с древесными урбанофлорами городов сопредельных регионов с целью проведения сравнительного анализа.

Список литературы / References

1. Leth-Møller KB, Skaaby T, Linneberg A. Allergic Rhinitis and Allergic Sensitisation are Still Increasing among Danish Adults. *Allergy*. 2020;75(3):660–668. https://doi.org/10.1111/all.14046

2. Нуртдинова Г.М., Галимова Е.С., Хамидуллина С.Г., Муслимова В.К., Гареева А.И., Галимов Д.О. Аллергический ринит, вызванный пыльцой растений, у подростков. *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2022;71(4):22–27. https://doi.org/10.53529/2500-1175-2022-4-22-27

Nurtdinova GM, Galimova ES, Khamidullina SG, Muslimova VK, Gareeva AI, Galimov DO. Allergic Rhinitis Caused by Plant Pollen in Adolescents. *Allergology and Immunology in Pediatrics.* 2022;71(4):22–27. https://doi.org/10.53529/2500-1175-2022-4-22-27 (In Russ.).

3. Мачарадзе Д.Ш. Некоторые особенности распространенности респираторной аллергии на юге России. *Российский аллергологический журнал*. 2019;16(1):23–28. URL: https://rusalljournal.ru/raj/article/viewFile/17/7 (дата обращения: 25.02.2024).

Macharadze DSh. Some Features of the Prevalence of Respiratory Allergy in Southern Russia. *Russian Journal of Allergy*. 2019;16(1):23–28. https://rusalljournal.ru/raj/article/viewFile/17/7 (accessed: 25.02.2024). (In Russ.).

4. Nestorovic M, Jovanovic M, Sovljanski G, Bajic-Bibic L, Jokic J. *Guidebook for Allergenic Plants*. Belgrade: Museum of Natural History; 2011. pp. 22–42.

5. Cariñanos P, Casares-Porcel M, Quesada-Rubio J-M. Estimating the Allergenic Potential of Urban Green Spaces: a Case-Study in Granada, Spain. *Landscape and Urban Planning*. 2014;123:134–144. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.009

6. Морозова С.В. Весенняя аллергия в аспекте практической оториноларингологии. *Русский медицинский журнал*. 2015;23(6):322–325.

Morozova SV. Spring Allergy in the Aspect of Practical Otorhinolaryngology. *Russian Medical Journal*. 2015;23(6):322–325. (In Russ.).

7. Хаитов Р.М. (ред.), Ильина Н.И. (ред). *Аллергология и иммунология: национальное руководство*. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 656 с.

Khaitov RM, Il'ina NI (eds.). *Allergology and Immunology: National Guidelines*. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. 656 p. (In Russ.).

8. Cariñanos P, Adinolfi C., Diaz de la Guardia C, De Linares C, Casares-Porcel M, Characterization of Allergen Emission Sources in Urban Areas. *Journal of Environmental Quality*. 2016;45(1):244–252. https://doi.org/10.2134/jeq2015.02.0075

9. Mrđan S, Ljubojević M, Orlović S, Čukanović J, Dulić J. Poisonous and Allergenic Plant Species in Preschool's and Primary School's Yards in the City of Novi Sad. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2017;25:112–119. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.007

10. Buters JTM, Antunes C, Galveias A, Bergmann C, Thibaudon M, Galan C, et al. Pollen and Spore Monitoring in the World. *Clinical and Translational Allergy*. 2018;8(9):1–5. https://doi.org/10.1186/s13601-018-0197-8

11. Ogren TL. *Allergy-Free Gardening. The Revolutionary Guide to Healthy Landscaping*. Berkeley, CA: Ten Speed Press; 2000. 267 p. https://doi.org/10.5070/G311310411

12. Hruska K. Assessment of Urban Allegophytes Using an Allergen Index. *Aerobiologia.* 2003;19(2):107–111. http://doi.org/10.1023/A:1024450601697

13. Ortolani C. Allergenicità Delle Piante Arboree e Arbustive Destinate al Verde Urbano Italiano. Revisione Sistematica e Raccomandazioni basate sull'evidenza. *European Journal Aerobiology and Environmental Medicine.* 2015;1:4–123.

14. Cariñanos P, Marinangeli F. An Updated Proposal of the Potential Allergenicity of 150 Ornamental Trees and Shrubs in Mediterranean Cities. *Urban Forestry & Urban Greening.* 2021;63:127218. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127218

15. Asam C, Hofer H, Wolf M, Aglas L, Wallner M. Tree Pollen Allergens – an Update from a Molecular Perspective. *Allergy*. 2015;70:1201–1211. https://doi.org/10.1111/all.12696

16. Огородникова Т.К., Похилько Л.О., Федоринова О.И. Принципы формирования ассортимента древесных растений для озеленения г. Ростова-на-Дону. В: *Труды IV научно-практической конференции с международным участием «Экологические проблемы. Взгляд в будущее», посвященной 70-летию со дня рождения профессора Ю.П. Хрусталева.* Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет; 2007. С. 257–260.

Ogorodnikova TK, Pokhil'ko LO, Fedorinova OI. Principles of Selecting a Variety of Woody Plants for Landscape Design in Rostov-on-Don. In: *Proceedings of the IV scientific and practical conference with international participation "Environmental problems. A look into the future" dedicated to the 70th anniversary of the birth of Professor Y.P. Khrustalev.* Rostov-on-Don: Southern Federal University; 2007. P. 257–260. (In Russ.).

17. Козловский Б.Л., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Эколого-биологическая характеристика древесных растений урбанофлоры Ростова-на-Дону. *Известия Иркутского государственного университета*. 2011;4(2):38–43.

Kozlovsky BL, Kuropyatnikov MV, Fedorinova OI. Ecological and Biological Characteristics of Wood Plants in Urban Flora of Rostov-on-Don. *The Bulletin of Irkutsk State University*. 2011;4(2):38–43. (In Russ.).

18. Березина В.В., Козловский Б.Л., Куропятников М.В. Особенности ассортимента и архитектурно-планировочной композиции скверов Ростова-на-Дону. *Живые и биокосные системы*. 2022;42. https://doi.org/10.18522/2308-9709-2022-42-1

Berezina VV, Kozlovskij BL, Kuropyatnikov MV. Features of the Assortment and Architectural and Planning Composition of Public Gardens in Rostov-on-Don. *Live and Bio-Abiotic Systems*. 2022;42. https://doi.org/10.18522/2308-9709-2022-42-1 (In Russ.).

19. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. *Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России*. Москва: ГЕОС; 2010. 512 с.

Vinogradova YuK, Maiorov SR, Khorun LV. *The Black Book of the Flora of Central Russia: Alien Plant Species in the Ecosystems of Central Russia*. Moscow: GEOS; 2010. 512 p. (In Russ.).

20. Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А. *Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра*. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом; 2006. 488 с.

Panov VD, Lur'e PM, Larionov YuA. *Climate of the Rostov Region: Yesterday, Today, Tomorrow.* Rostov-on-Don: Donskoy Publishing House; 2006. 488 p. (In Russ.).

21. Jian-Ping Zhang, Xin-Hui Tian, Yong-Xun Yang, Qing-Xin Liu, Qun Wang, Li-Ping Chen, et al. Gleditsia Species: An Ethnomedical, Phytochemical and Pharmacological Review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2016;178:155–171. https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.044

22. Hiroyuki Namba, Katsuyoshi Saitou, Norio Sahashi, Masahiko Yamamoto, Tomoe Yoshida, Hiroshi Ogasawara, et al. Relationship Between Pollen Counts of Cryptomeria Japonica and Cupressaceae and the Severity of Allergic Symptoms. *Allergology International*. 2001;50(2):133–142. https://doi.org/10.1046/j.1440-1592.2001.00216.x

23. D'Amato G, Spieksma FThM, Liccardi G, Jäger S, Russo M, Kontou-Fili K, et al. Pollen-Related Allergy in Europe. *Allergy.* 1998;53(6):567–578. http://dx.doi.org/10.1111/j.1398-9995.1998.tb03932.x

24. Roth-Walter F, Gomez-Casado C, Pacios L, Mothes-Luksch N, Roth GA, Singer J, et al. Bet v 1 from Birch Pollen Is a Lipocalin-Like Protein Acting as Allergen Only When Devoid of Iron by Promoting Th2 Lymphocytes. *Journal of Biological Chemistry.* 2014;289(25):17416–17421. https://doi.org/10.1074/jbc.m114.567875

25. Asero R. Analysis of Hypersensitivity to Oleaceae Pollen in an Olive-Free and Ash-Free Area by Commercial Pollen Extracts and Recombinant Allergens. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology.* 2011;43(3):77–80.

26. Asturias JA, Ibarrola I, Bartolomé B, Ojeda I, Malet A, Martínez A. Purification and Characterization of Pla a 1, a Major Allergen from Platanus Acerifolia Pollen. *Allergy*. 2002;57(3):221–227. https://doi.org/10.1034/j.1398-9995.2002.03406.x

Об авторе:

Михаил Михайлович Середа, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ботаники и биоресурсов факультета биоинженерии и ветеринарной медицины Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), SPIN-код: 5124-0983, ORCID, ScopusID, seredam@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Поступила в редакцию 07.03.2024
Поступила после рецензирования 25.03.2024
Принята к публикации 02.04.2024

About the Author:

Mikhail M. Sereda, Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Botany and Bioresources Department, Bioengineering and Veterinary Medicine Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), SPIN-code: 5124-0983, ORCID, ScopusID, seredam@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the author does not have any conflict of interest.

The author has read and approved the final version of manuscript.

Received 07.03.2024
Revised 25.03.2024
Accepted 02.04.2024